

Rancang Bangun Sistem Pengaturan Kecepatan Coolpad Menggunakan Sistem Kontrol Logika Fuzzy

Benny Singgih Santoso¹, Hendik Eko Hadi Suharyanto², Renny Rakhmawati³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Industri Program Studi D4

^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Elektro Industri

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya – ITS

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Email : benzpower@gmail.com

Abstract

In general, additional laptop cooler (coolpad) works with only the supplied voltage of 5 volts from the USB. This may be less effective because the laptop battery will quickly run out because not all laptops used at maximum performance. From the basic idea in this final project coolpad speed settings (additional laptop cooling) using fuzzy logic control. To determine the temperature of which is under the laptop, then used a temperature sensor LM35. Data from the ADC temperature sensor is inserted into the microcontroller as an input fuzzy logic control. Once processed by the fuzzy logic results of the calculations used as an output as the motor speed controller. To manage speed, used PWM. Set point that is used is 33 degrees centigrade. Large range of detected temperature is between 30-43 degrees centigrade.

Keywords: Fuzzy logic, LM35, PWM.

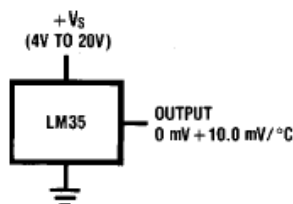
I. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan mobilitas yang tinggi maka kebutuhan akan penggunaan notebook atau laptop semakin meningkat pula. Hal ini dikarenakan laptop atau notebook mudah dibawa dan tidak membutuhkan supply daya yang besar dibandingkan computer biasa. Untuk menjaga agar laptop tetap nyaman digunakan, maka para pengguna laptop menambahkan pendingin tambahan atau biasa disebut “coolpad”. Coolpad yang pada umumnya dijual hanya menggunakan supply tegangan dari usb. Jarang sekali ada yang menggunakan kontrol kecepatannya. Pada penelitian ini ditambahkan sebuah kontroler untuk mengatur kecepatan kipas coolpad sehingga dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan.

II. DASAR TEORI

A. Sensor Suhu LM35

sensor suhu LM 35 mempunyai bentuk yang mirip dengan transistor. Konfigurasi dari sensor suhu LM 35 terdapat pada gambar 1 berikut ini

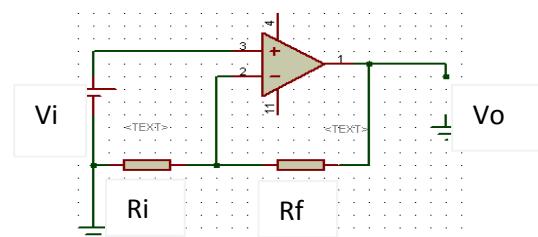


Gambar. 1. Konfigurasi sensor suhu LM35

Sensor ini digunakan karena mempunyai range antara -50°C s/d $+150^{\circ}\text{C}$ dan bentuk yang kecil sehingga mudah dalam penempatan di bawah laptop. LM35 mempunyai resolusi yaitu setiap kenaikan 1 derajat celcius maka Vout akan naik 10 mV.

B. Prinsip kerja Penguat Operasional (Operational Amplifier)

Penguat operasional (OpAmp) digunakan untuk menyamakan antara resolusi dari ADC yang ada didalam mikrokontroler dengan output dari sensor suhu LM35. Resolusi dari ADC (8 bit) dengan tegangan referensi 5V ialah setiap kenaikan ± 20 mV maka akan naik 1 bit. Karena output dari LM35 yaitu $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ maka akan dikuatkan 2 kali. Penguat yang digunakan yaitu penguat tidak membalik seperti dalam rangkaian berikut:



Gambar. 2. penguat operasional tidak membalik

Arus i mengalir ke Ri karena impedansi masukan op - amp sangat besar sehingga tidak ada

arus yang mengalir pada kedua terminal masukannya. Tegangan pada R_i sama dengan V_i karena perbedaan tegangan pada kedua terminal masukannya mendekati 0 V.

$$i = V_i / R_i$$

Tegangan pada R_f dapat dinyatakan sebagai

$$V_{Rf} = I R_f = \frac{R_f}{R_i} \times V_i$$

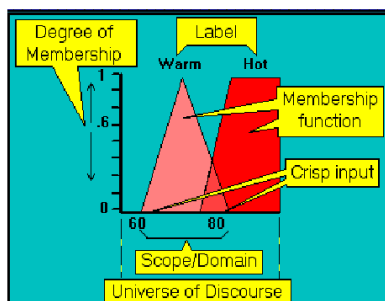
Tegangan keluaran V_o didapat dengan menambahkan tegangan pada R_i yaitu V_i dengan tegangan pada R_f yaitu V_{Rf} .

$$V_o = V_i + \frac{R_f}{R_i} \times V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right)$$

C. Logika Fuzzy

Kontrol logika fuzzy merupakan suatu sistem yang merupakan hasil implementasi dari teori logika fuzzy yang digunakan secara riil terutama sebagai sistem kontrol suatu proses. Berikut ini adalah istilah-istilah beserta keterangan yang digunakan pada logika fuzzy.



Gambar 3 Istilah yang digunakan dalam fuzzy

1. Degree of membership

Degree of membership adalah nilai crisp harus compatible dengan fungsi keanggotaan (dari 0 sampai 1), juga dapat mengacu sebagai tingkat keanggotaan, nilai kebenaran, atau masukan fuzzy. Dengan kata lain fungsi dari Degree of membership adalah untuk memberikan bobot pada suatu input yang telah diberikan, sehingga input tadi dapat dinyatakan dengan nilai.

2. Scope / Domain

Scope / Domain merupakan suatu batas dari kumpulan input tertentu. Atau bisa disebut juga sebagai lebar fungsi keanggotaan.

3. Label

Label adalah nama deskriptif yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah fungsi keanggotaan.

4. Membership Function

Membership Function adalah suatu bentuk bangun yang digunakan untuk merepresentasikan suatu batas dari scope / domain. Atau lebih jelasnya adalah untuk mendefinisikan fuzzy set dengan memetakan masukan crisp dari nilai domain ke derajat keanggotaan.

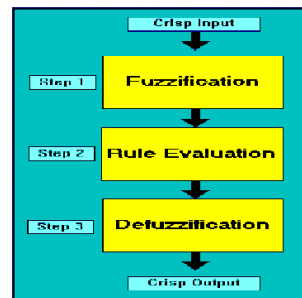
5. Crisp Input

Crisp Input adalah nilai input analog yang diberikan untuk mencari degree of membership.

6. Universe of discourse

Batas input yang telah diberikan dalam merancang suatu fuzzy sistem. Dengan kata lain Universe of discourse adalah jangkauan seluruh nilai yang mungkin dapat diaplikasikan pada variabel sistem.

Pada sistem Fuzzy terdapat Tiga proses utama, yaitu: Fuzzification, Rule evaluation dan Defuzzification. Diagram blok prosesnya dapat dilihat pada gambar 2.30 dibawah ini:

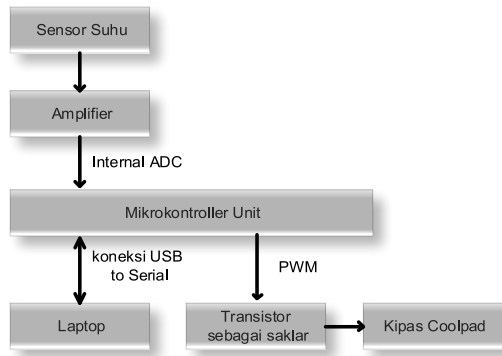


Gambar 4 Proses Fuzzy secara keseluruhan

III. PERENCANAAN DAN PERANCANGAN SISTEM

III.1 Konfigurasi sistem

Secara garisbesar, perencanaan system seluruh proyek akhir ditunjukkan pada gambar berikut ini:

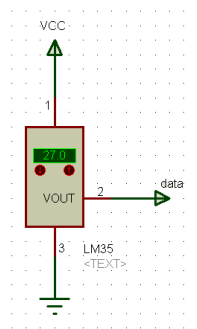


Gambar 5. Blok diagram sistem

Gambar diatas menunjukkan konfigurasi dari sistem yang akan dirancang. Semua kontrol dilakukan oleh mikrokontroler.

III.2. Sensor Suhu

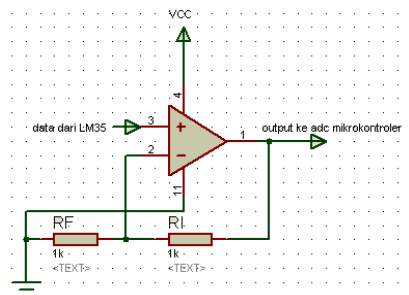
Sensor suhu yang dipakai adalah IC LM35. IC LM35 dirancang agar dapat mengukur suhu dengan resolusi pembacaannya adalah 10mV/°C. Sensor suhu diberi tegangan supply 5 Volt



Gambar 6. Rangkaian sensor suhu

III.3 Penguat Non Inverting

Rangkaian penguat non inverting digunakan untuk menguatkan tegangan keluaran dari sensor LM35. Hal ini dilakukan karena adanya perbedaan antara resolusi sensor suhu dan resolusi ADC internal dari mikrokontroler yaitu 10mV dan 20mV. Jenis IC yang digunakan ialah LM324 dengan tegangan supply sebesar 5 volt.



Gambar 7. Rangkaian Penguat Operasional

Untuk memperoleh nilai gain sebesar 2, maka sesuai dengan teori nilai R_{id} and R_f sebesar 1 kohm sehingga perhitungan menurut teori :

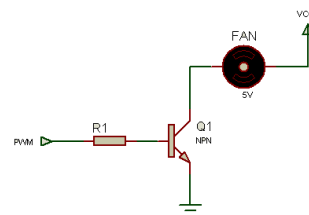
$$V_o = (1 + \frac{10k}{10k})V_{in}$$

$$V_o = (1 + 1)V_{in}$$

$$V_o = 2 * V_{in}$$

III.4 Rangkaian Switching

Untuk mengatur kecepatan dari kipas pendingin digunakan transistor sebagai switching. Kecepatan kipas bergantung pada lebar pulsa yang dikeluarkan oleh mikrokontroler berdasarkan suhu yang telah disensor oleh sensor suhu.



Gambar 8. Rangkaian Switching dengan Transistor

$$V_{cc} = I_c R_c + V_{ce}$$

$$R_c = R_{motor}, \text{ maka } I_c = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_{motor}}$$

Pada saat kolektor saturasi, tegangan V_{CE} berkisar 0.5 V (idealnya 0 V) sehingga arus kolektor yang mengalir pada saat saturasi bila transistor dianggap tidak ideal adalah:

$$I_{Csat} = \frac{V_{CC} - V_{ce}}{R_{motor}} = \frac{5V - 0.5}{33,3} = 135,13mA$$

Agar transistor dapat mengalami saturasi, maka arus basis harus sebesar:

$$I_B \geq \frac{I_{Csat}}{\beta}$$

menurut datasheet, β BD139 = 100 maka :

$$I_B = \frac{135,13mA}{100} = 1,351mA$$

Dari rumus: $I_B R_B + V_{BE} = V_{BB}$ maka di dapatkan:

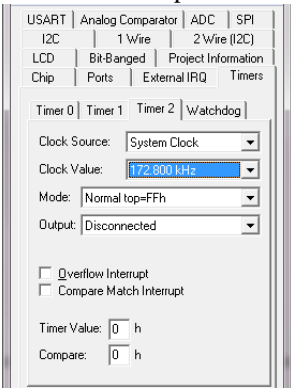
$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B}$$

Input yang diharapkan dari pin P3.6 adalah berlogika 1 (idealnya = 5V).
 V_{BE} umumnya berharga 0.7V, sehingga

$$R_B = \frac{5V - 0.7V}{1,351mA} = \frac{4.3V}{1,351mA} = 3,18k\Omega$$

III.6 Pembangkitan PWM

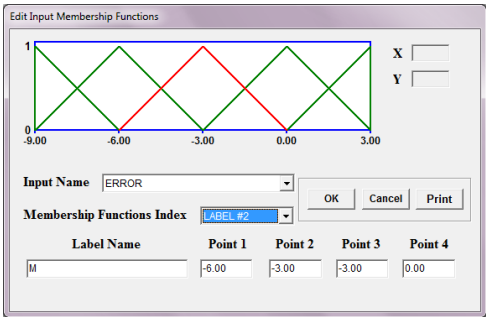
Dalam tugas akhir ini dibuat PWM sebesar 675 MHz untuk memutar kipas.



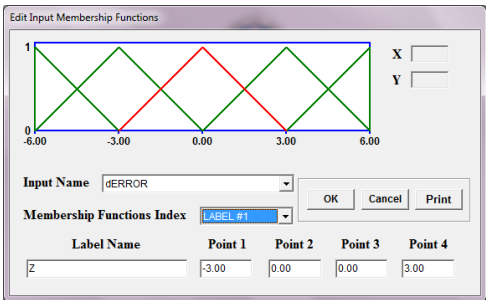
Gambar 9. Setting timer dengan wizard CV AVR

III.7 Kontrol Logika Fuzzy

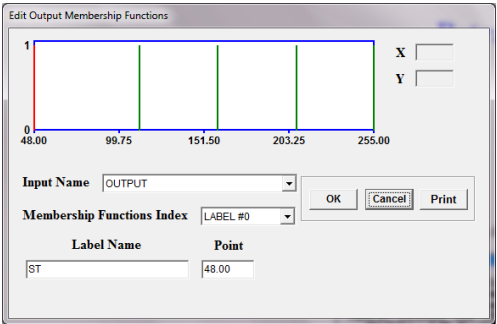
Berikut ini adalah perancangan control logika fuzzy. Terdapat 5 membership function untuk error dan delta error. Untuk output juga terdapat 5 membership function.



Gambar 10. Fungsi keanggotaan Error



Gambar 11. Fungsi keanggotaan dError



Gambar 12. Fungsi keanggotaan output (sinyal control)

Karena terdapat 5 membership function untuk error dan derror maka jumlah rules adalah 25 rules. Seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel rule-rule matrik

		error				
derror		VH	H	M	C	VC
	NB	VF	VF	F	N	ST
	ND	VF	VF	F	ST	ST
	ZD	VF	F	F	ST	ST
	PD	F	N	SL	ST	ST
	PB	SL	ST	ST	ST	ST

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

IV.1. Pengujian sensor suhu

Pengujian ini adalah dilakukan untuk mengetahui kepresisian dari sensor suhu LM35.

Tabel 2 Tabel pengujian sensor LM35

Suhu Terbaca Termometer °C	Suhu Terbaca Sensor °C	Error (%)
31	30,6	1,290
32	31,6	1,250
33	32,4	1,818
34	33,5	1,471
35	34,6	1,143
36	35,7	0,833
37	36,6	1,081
38	37,7	0,789
39	38,8	0,513
40	39,6	1,000
41	40,6	0,976
42	41,5	1,190
43	42,6	0,930
44	43,7	0,682
45	44,6	0,889

IV.2. Pengujian penguat operasional

Berikut ini adalah penguat operasional menggunakan IC LM324 dengan penguatan tak membalik dengan gain 2 kali.

Tabel.3. Tabel pengujian hasil opamp

Input (mV)	Output Teori (mV)	Output OpAmp1 (mV)	Error (%)	Output OpAmp2 (mV)	Error (%)	Output OpAmp3 (mV)	Error (%)
0	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
20	40	43	7,50	42	5,00	43	7,50
40	80	83	3,75	82	2,50	83	3,75
60	120	124	3,33	121	0,83	124	3,33
80	160	163	1,88	161	0,63	163	1,88
100	200	205	2,50	199	0,50	205	2,50
200	400	403	0,75	401	0,25	403	0,75
300	600	604	0,67	600	0,00	604	0,67
310	620	623	0,48	619	0,16	623	0,48
320	640	643	0,47	641	0,16	643	0,47
330	660	663	0,45	658	0,30	663	0,45
340	680	684	0,59	679	0,15	684	0,59
350	700	704	0,57	694	0,86	704	0,57
360	720	723	0,42	718	0,28	723	0,42
370	740	742	0,27	738	0,27	742	0,27
380	760	761	0,13	759	0,13	761	0,13
390	780	779	0,13	778	0,26	780	0,00
400	800	800	0,00	797	0,38	800	0,00
410	820	820	0,00	819	0,12	820	0,00
420	840	840	0,00	839	0,12	840	0,00

Dari hasil diatas, didapatkan nilai error tertinggi ialah 0.86%.

IV.3. Pengujian ADC

Pengujian ini adalah pengujian terhadap ADC mikrokontroler AVR AT MEGA 8 dengan menggunakan output 8 bit. ADC pada AT MEGA8 terdapat pada PORT C. Untuk AT MEGA8 versi PDIP jumlah ADC hanya ada 6 buah, sedangkan untuk AT MEGA8 versi TQFP (SMD) mempunyai 8 buah ADC. Untuk tegangan referensi menggunakan AVCC sebesar 5 Volt. Untuk ADC ini menggunakan clock internal 691,200 kHz.

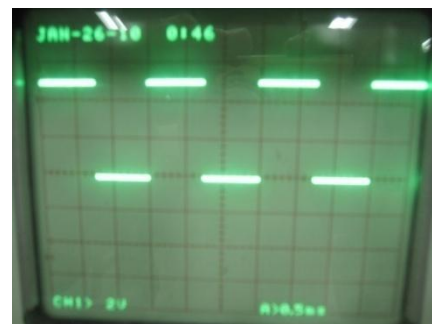
Tabel 4. Hasil pengujian ADC

no	Hexa	Desimal	Teori (mV)	Input (mV)	%error
1	0	0	0	0	0.000
2	10	16	313.725	330	5.187
3	20	32	627.451	650	3.594

4	30	48	941.176	966	2.638
5	40	64	1254.902	1279	1.920
6	50	80	1568.627	1592	1.490
7	60	96	1882.353	1890	0.406
8	70	112	2196.078	2190	0.277
9	80	128	2509.804	2510	0.008
10	90	144	2823.529	2830	0.229
11	A0	160	3137.255	3240	3.275
12	B0	176	3450.980	3460	0.261
13	C0	192	3764.706	3770	0.141
14	D0	208	4078.431	4090	0.284
15	E0	224	4392.157	4390	0.049
16	F0	240	4705.882	4700	0.125
17	FF	255	5000	5000	0.000

IV.4. Pengujian PWM

PWM dibangkitkan dari mikrokontroler untuk mengatur kecepatan kipas sesuai yang diinginkan.

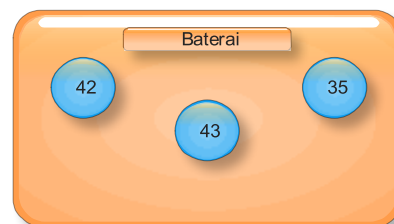


Gambar 13. Bentuk gelombang kotak keluaran dari mikrokontroler

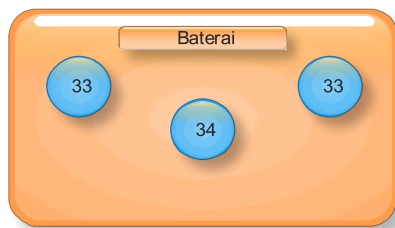
Gelombang kotak yang dibangkitkan dari mikrokontroler sekitar 675Hz digunakan sebagai kontrol kecepatan kipas coolpad dengan mengatur lebar dari duty cycle.

IV.5. Pengujian suhu dibawah laptop

Berikut ini adalah percobaan penggunaan coolpad (tanpa kontrol) pada laptop dengan spesifikasi: AMD Turion 64 X2, 15,4", ATI X1200, 2GB, 160GB.



Gambar 14. Hasil pengukuran dengan sensor suhu LM35 dengan kondisi coolpad mati.



Gambar 15. Hasil pengukuran dengan sensor suhu LM35 dengan kondisi coolpad menyala tanpa kontrol.

IV.6. Pengujian arus fan

Data pengukuran arus digunakan untuk mengetahui besar penggunaan arus yang dipakai oleh fan. Setiap fan diukur besar arus yang dipakai untuk menentukan besar nilai resistor yang digunakan untuk switching.

Tabel 5. Hasil pengukuran arus fan

Duty cycle PWM (%)	Fan 1 (mA)	Fan 2 (mA)	Fan 3 (mA)
100	154	151,7	153,8
90	142,1	134	138,4
80	125,6	120,5	123,3
70	109,3	102,1	110,5
60	95,3	90	93
50	80	75	77,7
40	63,8	60,5	63,5
30	48,1	45,1	40
20	31,5	30	31,5
10	10	10	10

IV.7. Pengujian kecepatan fan

Pengukuran ini digunakan untuk mengetahui besar kecepatan (rpm) dari masing-masing fan.

Tabel 5. Hasil pengukuran kecepatan fan

Duty cycle PWM (%)	Fan 1 (rpm)	Fan 2 (rpm)	Fan 3 (rpm)
100	2750	2739	2679
90	2560	2546	2530
80	2398	2363	2357
70	2194	2171	2166
60	2000	1960	1988
50	1748	1715	1810

40	1445	1434	1527
30	892	880	1160
20	632	635	648
10	Tidak berputar	Tidak berputar	Tidak berputar

IV.7. Pengujian lama penggunaan baterai

Dalam pengujian ini diukur lama penggunaan baterai antara coolpad tanpa control dan coolpad dengan control.

	Tanpa kontrol			Dengan kontrol		
Suhu yang dicapai	33	34	33	33	34	33
Lama baterai (dari kondisi 100% sampai kondisi 20 %)	± 47 menit 12 detik			± 40 menit 30 detik (dengan usb to serial) ± 56 menit (tanpa usb to serial)		

V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Terdapat selisih pembacaan suhu antara thermometer dengan sensor LM35 sebesar $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$.
- Besar switching untuk mengatur kecepatan motor melalui transistor sekitar 500-1000 Hz.
- Penulisan program fuzzy pada mikrokontroler ternyata memerlukan memory stack size sebesar ± 266 byte, sehingga untuk mengurangi besar memory penggunaan dapat dilakukan dengan mengubah jenis data pada inisialisasi.
- Dengan menggunakan usb to serial converter, maka baterai akan cepat habis. Sedangkan tanpa usb to serial sebagai monitoring akan menghemat baterai sebesar 19%

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Andrianto Heri, " Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)", Bandung: Informatika, 2008.
2. Budianto Aan, "Simulasi Temperature Chamber Menggunakan Mikrokontroler AT89S51 Berbasis PC", Proyek Akhir Institut Sains dan Teknologi, 2005.

3. Arif, Ridwan “*Rancang Bangun Sistem Pengaturan Tekanan Pompa Air Menggunakan Sistem Kontrol Logika Fuzzy (Kontroller dan Software)*”, Proyek akhir PENS-ITS.2009